INTERMEASURE2010 ／NMIJセミナー【法定計量セミナー】

非自動はかりにおける モジュールの評価方法

（独）産業技術総合研究所
計測標準研究部門 力学計測科
質量計試験技術室
藤本 安亮、高橋 豊

講演内容

- モジュール評価の概要
- 指示計の評価方法
- ロードセルの評価方法

モジュール評価の概要（1）

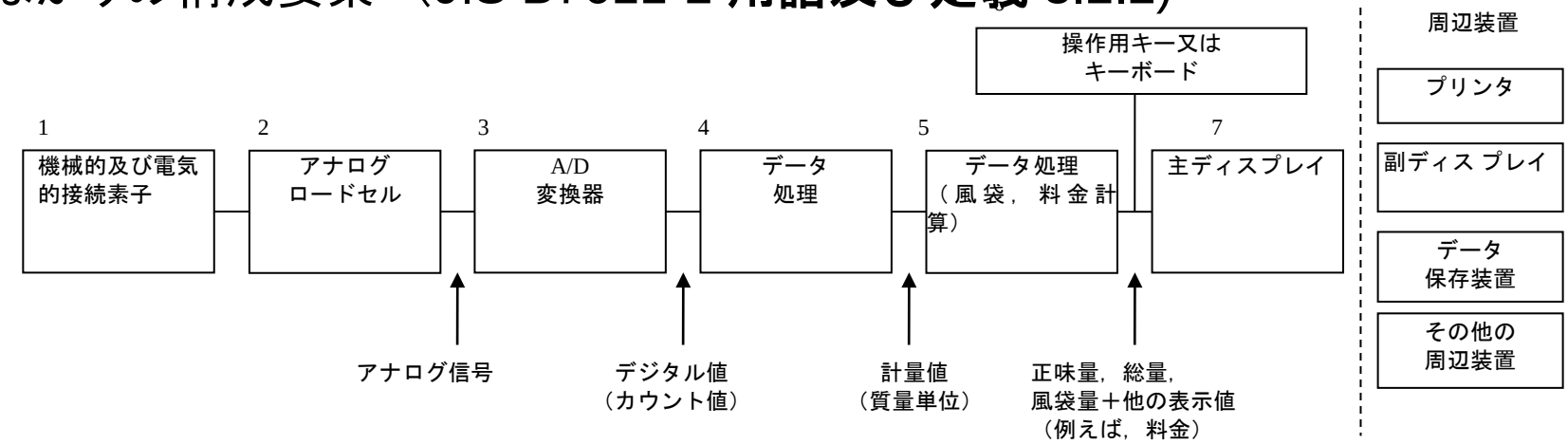
モジュール（Module）

- 特定の機能（単数又は複数）を実行し，関連規格に要求される特定の計量性能要件及び技術的性能要件に従って，個々に評価できる識別可能な完成されたはかりの構成要素又はその集まり。はかりのモジュールは，指定された部分的な誤差限度値の対象である。
- はかりの代表的なモジュールには，ロードセル，指示計，アナログデータ処理装置又はデジタルデータ処理装置，計量部モジュール，ターミナル及び主ディスプレイがある。

（JIS B7611-2 **用語及び定義** 3.2.2）

モジュール評価の概要（2）

はかりの構成要素 （JIS B7611-2 **用語及び定義** 3.2.2)



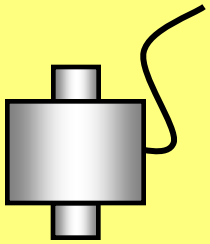
モジュール		構成要素の組合せ												
アナログ ロードセル	（**3.2.2.1**）			2										
デジタル ロードセル	（**3.2.2.1**）			2	＋	3	＋	(4)						
指示計	（**3.2.2.2**）					(3)	＋	4	＋	(5)	＋	(6)	＋	7
アナログデータ処理装置	（**3.2.2.3**）					3	＋	4	＋	(5)	＋	(6)		
デジタルデータ処理装置	（**3.2.2.4**）							(4)	＋	5	＋	(6)		
ターミナル	（**3.2.2.5**）									(5)	＋	6	＋	7
主ディスプレイ	（**3.2.2.6**）													7
計量部モジュール	（**3.2.2.7**）	1	＋	2	＋	3	＋	4	＋	(5)	＋	(6)		
注記　組合せの括弧内の数字は，オプションを示す。														

モジュール評価の概要（3）

評価方法

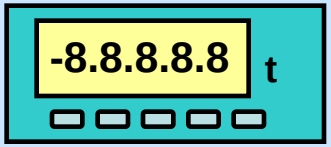
- 非自動はかりをモジュール単位で試験する
- 基準に適合するモジュールを組み合わせて非自動はかりを構成し、適合性をチェックする

ロードセル



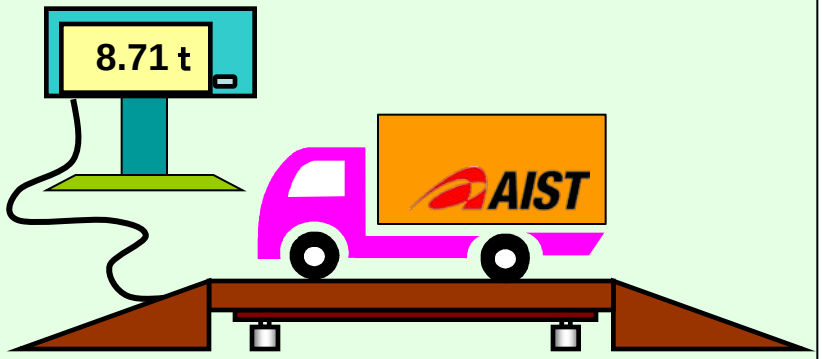
JIS B7612-1,JIS B7612-2
(OIML R60)

指示計



JIS B7611-2 附属書C,D
(OIML R76-1附属書C,D)

完成品はかり



はかりとモジュールの適合性チェック

JIS B7611-2　附属書F

(OIML R76-1　附属書F)

モジュール評価の概要（4）

誤差配分

- はかりを各構成要素（モジュール）に分けて試験する場合、各モジュールに誤差配分が設定される
- モジュールに対する試験の許容誤差は、完成はかりの検定公差に誤差配分を乗じた値を適用する
- モジュールを組み合わせて非自動はかりを構成する場合、各モジュールの誤差配分の二乗和が1以下でなければならない（接続要素は試験なしで誤差配分0.5を適用する）

代表的な誤差配分　$P_{LC}^2 + P_{IND}^2 + P_{CON}^2 \leqq 1$

ロードセル　：P_{LC}　0.7
指　示　計　：P_{IND}　0.5　→　$0.7^2+0.5^2+0.5^2=0.99 \leqq 1$
接続要素　：P_{CON}　0.5

講演内容

- モジュール評価の概要
- 指示計の評価方法
- ロードセルの評価方法

指示計依頼試験の概要

【概要】

非自動はかりの構成要素（モジュール）である指示計の評価を行うものである。

【目的】

モジュール評価を利用した、非自動はかりの型式承認において、そのモジュールとしての指示計を依頼試験で事前に評価する。

型式承認申請時に依頼試験報告書を添付することで、その指示計の試験を省略する。

【試験対象】

1.質量計用指示計（アナログ信号）

JIS B7611-2　付属書Cに規定されるもの。

2.質量計用指示計（ターミナル・デジタルディスプレイ）

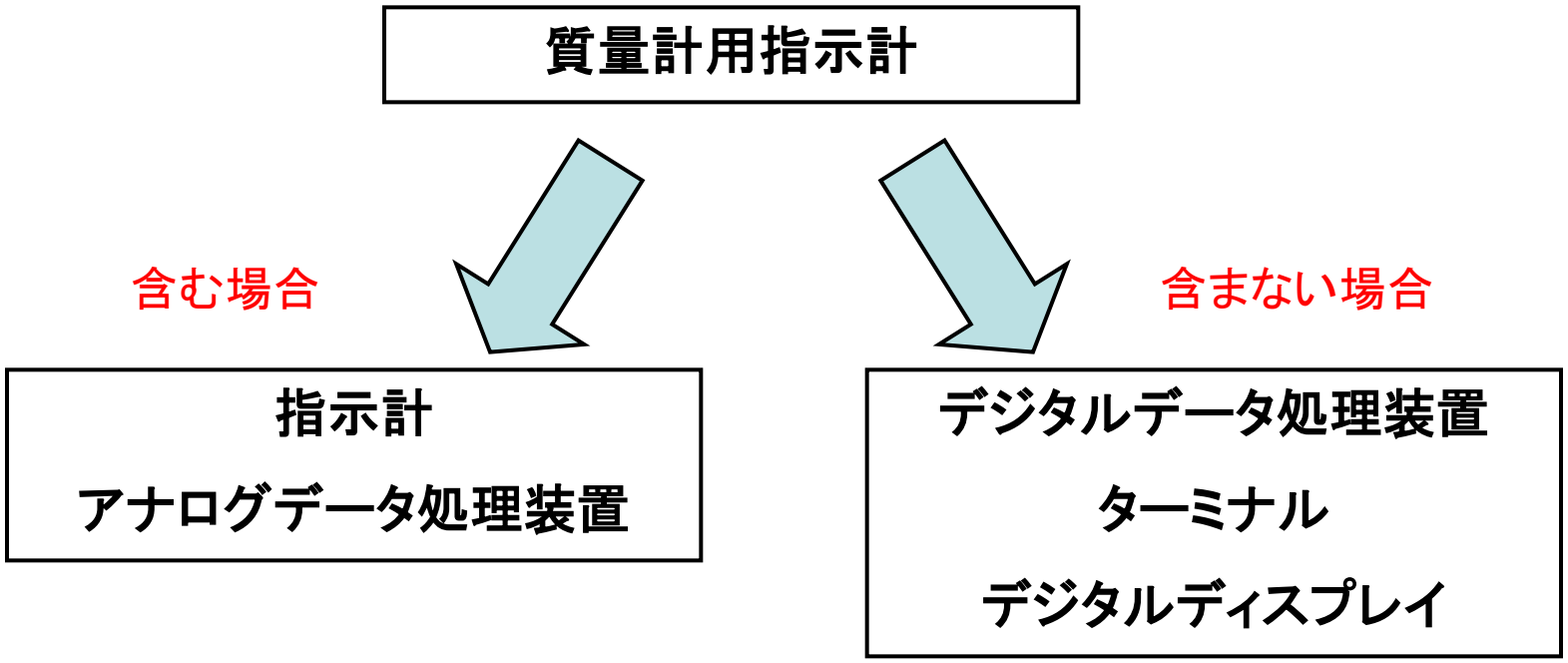
JIS B7611-2　付属書Dに規定されるもの。

申請時に必要なもの

- 指示計本体
- 載せ台付きロードセル
- 周辺装置
- 書類
  - 指示計の仕様（型式名、精度等級、目量数等）
  - 取扱説明書
  - 社内試験データ
  - 依頼試験申請書
  - 図面…等

指示計依頼試験の種類

- A/D変換器を含むか…



指示計の依頼試験項目

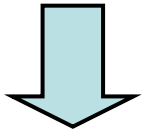
JIS B7611-2:2009

A.4.2.3	零点設定の精度
A.4.4	計量性能
A.4.5	複数の表示装置をもつはかり アナログ デジタル
A.4.6.1	風袋の計量試験
A.4.6.2	風袋引きの精度
A.4.10	繰返し性試験
A.4.12	平衡の安定に対する試験
A.5.2	予熱時間試験
A.5.3.1	静的温度(増幅への影響)
A.5.3.2	無負荷表示の温度影響
A.5.4	電源電圧変動試験
B.2	高温高湿(定常状態)
B.3.1	AC主電源電圧ディップ及び短時間停電
B.3.2	バースト
B.3.3	サージ
B.3.4	静電気放電
B.3.5	放射電磁界イミュニティ
B.3.6	伝導無線周波数電磁界イミュニティ
B.3.7	車両用電源駆動のはかりに対 する特別EMC要件
B.4	スパン安定性試験
C.3.3	センシング機能
G	ソフトウェア制御の電子装置の追加要件

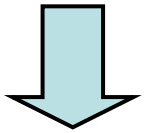
・ターミナル等のデジタル機器は青字の項目のみ該当
・アナログ機器は全項目該当
・環境試験レベルに応じて、実施しない試験もある

指示計試験の流れ

計量性能の試験



電気的な妨害試験



機能の確認

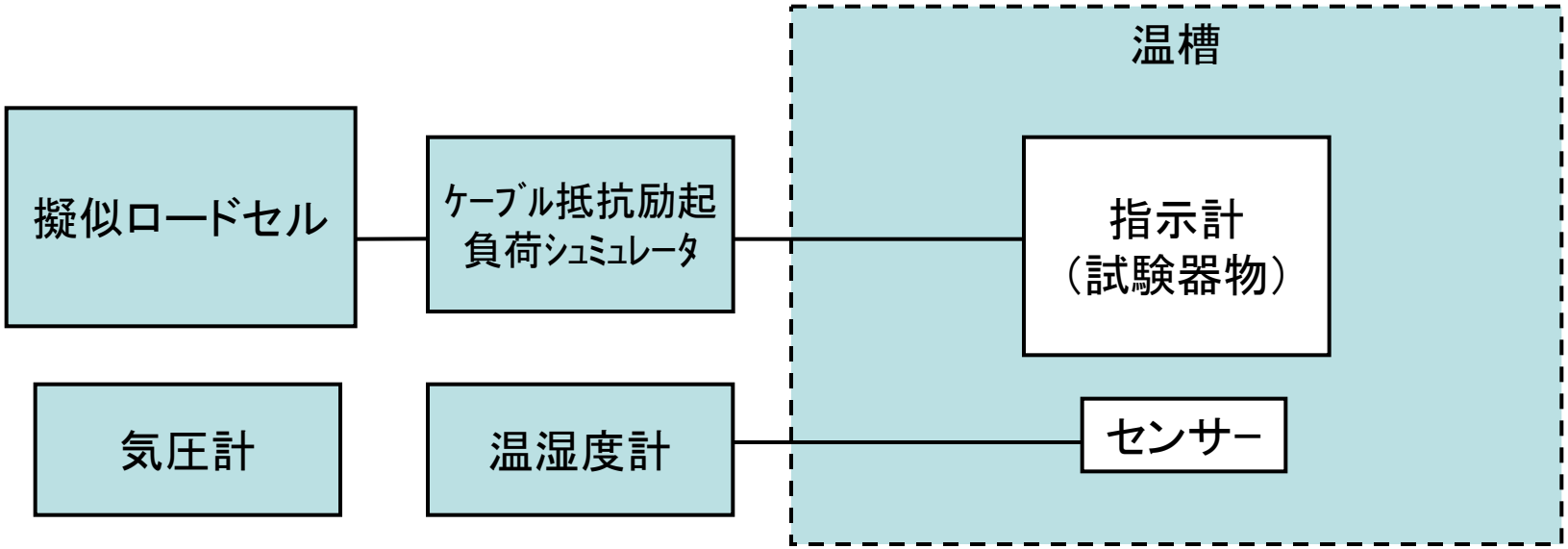
→擬似ロードセルを用いる（デジタル機器は無し）

→載せ台付きロードセルを用いる

“標準処理期間：約3ヶ月（試験器物が1台の場合）”

試験装置（計量性能）

計量性能試験時の機器接続



試験装置（計量特性）

- 擬似ロードセル
  - No1：インピーダンス350 Ω,5レンジ（±2,±5,±10,±20,±100）mV/V,各レンジを10分割
  - No2：インピーダンス350 Ω,1 kΩ,5レンジ（±1,±5,±10,±20,±100）mV/V　各レンジを10分割
- ケーブル抵抗・励起負荷シミュレータ
  - 抵抗：0～50.3 Ω
  - 励起負荷シミュレータ:350 Ωのロードセル1個～12個に相当する切り替え可能
- 恒温恒湿度槽
  - 内　寸　法　：W600 mm × H850 mm × D800 mm
  - 温度制御範囲：-40 ℃ ～ +120 ℃（変動±0.5 ℃）
  - 湿度制御範囲：20 % ～ 98 %（変動±3.0 %）
- 環境測定機器
  - 温湿度計　　測定範囲：温度-20 ℃ ～ 70 ℃（精度：±0.4 ℃ ）,湿度0 ～ 100 %（精度：±2 %）
  - 気圧計　　測定範囲：0～130 kPa,目量：0.001 kPa

計量試験の試験条件等

- 仕様の中で最も厳しい条件で行なう
  - 最大の目量数
  - 目量当たりの最小入力電圧
- 公差
  - （完成はかりの公差）×（誤差配分の端数p_i）で決定
  - 標準の端数p_i =0.5（0.3～0.8の間で選択可）
- 指示計の表示の読み取りは、検定目量eより小さい実目量d（$1/5 \times p_i \times e$より小さいもの）又は内部カウント値等で行なう

試験の進め方（計量特性）

【器差試験の手順例】

零からひょう量付近の間の計量特性を確認するための試験である。

【試験手順】

1. 擬似ロードセルを使用する。
2. 指示計のInput rangeを、ひょう量とする。ひょう量の値が擬似ロードセルで設定不可能な場合、ひょう量に近い設定値を、ひょう量と見なす。
3. 観測紙の各欄に試験荷重(L)及びmpeを記録する。
4. 開始時の温度・湿度・時間を測定する。（必要があれば、気圧の測定も行う。）
5. 試験荷重毎に、擬似ロードセルの出力を順次、零からひょう量まで変化させ、器差試験を行う。
6. このとき、各試験荷重毎に表示値(I)を記録する。
7. ひょう量から零まで試験荷重を減少させ、器差試験を行う。
8. このとき、各試験荷重毎に表示値(I)を記録する。
9. 終了時の温度・湿度（高温高湿度試験のみ）・時間を記録する。（必要があれば、気圧の測定も行う。）
10. 算出した器差が公差内であるか合否判定を行う。

試験装置（妨害試験）

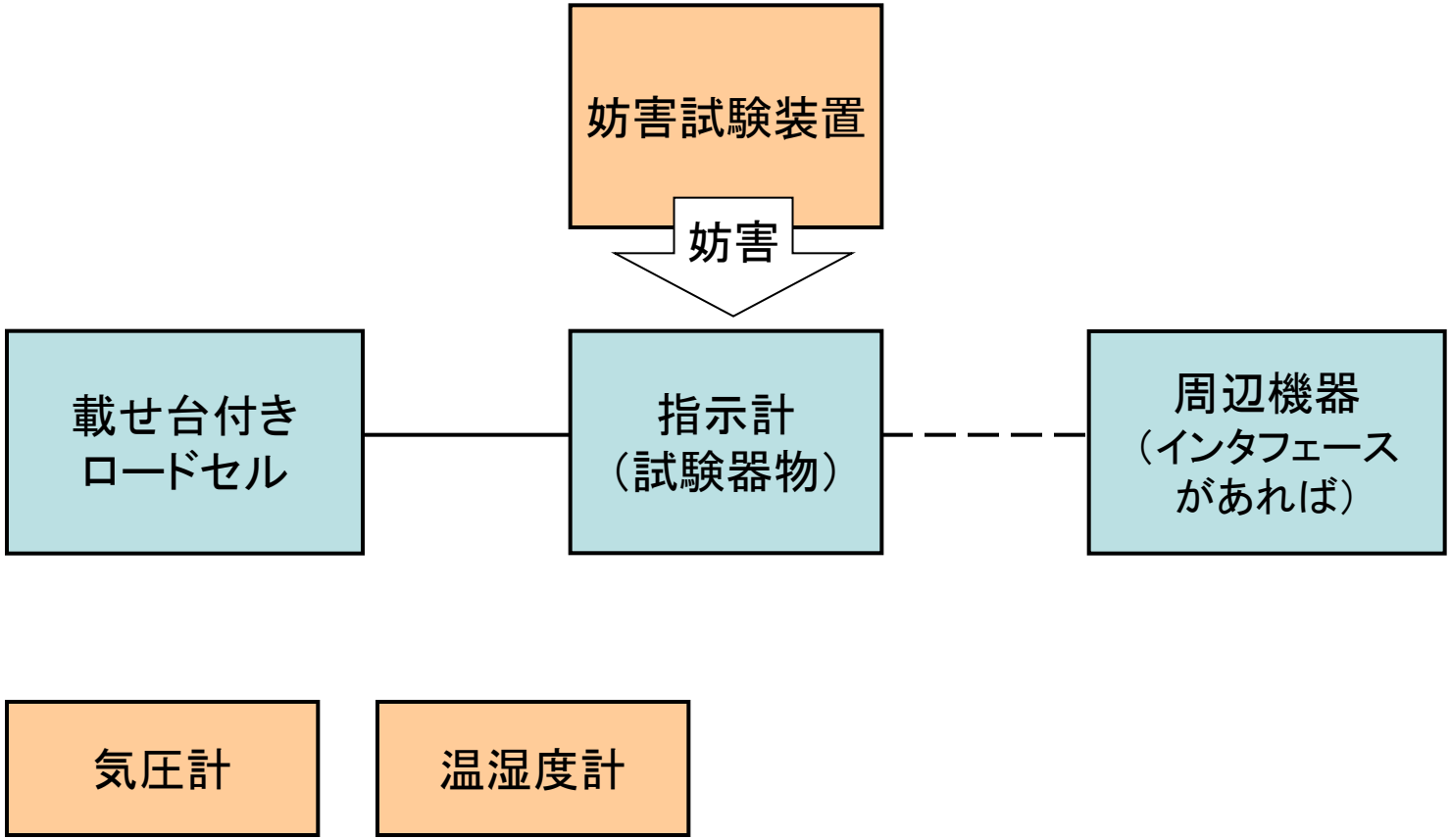
静電気試験装置

バーストノイズ試験装置

電磁波試験装置（アンプ等）

電磁波試験装置（電波暗室等）

妨害試験時の機器接続



妨害試験の試験条件等

- インタフェース
  - 周辺機器を接続するインターフェイスを持つ場合は、可能な限り全て接続
- ロードセル
  - 仕様に定められた最高ロードセルインピーダンス（少なくともの最高の1/3以上）
  - 出力は指示計の目量当たりの最小入力電圧
- 公差
  - 妨害試験に対して$p_i = 1$
  - 妨害ありと妨害なしの質量表示の差が目量を超えない、又は有意な誤りを検出し対処

指示計依頼試験報告書の例

試　験　報　告　書

依　頼　者　名	株式会社　＊＊＊＊＊＊
依　頼　者　住　所	＊＊＊＊＊＊
試　験　実　施　場　所	独立行政法人産業技術総合研究所つくば中央第三事業所
計　量　器　名	質量計用指示計（アナログ信号）
製　造　者　名	株式会社　＊＊＊＊＊＊
型式・器物番号	＊＊＊＊シリーズ （***-A，***-B，,***-C，K***-A，K***-B）
試　験　方　法	JIS B 7611-2:2009 附属書C（環境試験レベルH）による
試　験　実　施　条　件	2頁のとおり
試　験　結　果	2頁のとおり
受　付　年　月　日	２０１０年＊月＊日
試験実施年月日	２０１０年＊月＊日　～　２０１０年＊月＊日

以上に相違ないことを証明する

試験責任者
計量標準総合センター

＊＊＊＊＊＊

発行日　　２０１０年＊月＊日

発行者
東京都千代田区霞が関一丁目３番１号
独立行政法人
産業技術総合研究所

理事長　　＊＊＊＊＊＊

試験実施条件

器物の仕様

精度等級	Class	3級
目量の数の最大数	n_{ind}	6000
ロードセルの印加電圧	U_{exc}	5 V DC
最小入力電圧	U_{min}	0.1 mV
目量当たりの最小入力電圧	Δu_{min}	0.5 μV
最小・最大ロードセルインピーダンス	R_{LC}	41 Ω～1200 Ω
使用温度範囲	T	-10 ℃～40 ℃
誤差配分	p_{ind}	0.5
ケーブル接続	—	6線式
ケーブルの心線の断面積当たりの長さ	$(L/A)_{max}$	600 m/mm²
接続するロードセルの数	8個	
電源の種類	主電源（AC）：100~240V（ACアダプター） 外部電源（DC）：12~24V 車両用電池：12,24V（***-Cのみ）	
記憶装置	USBメモリ	
ソフトウェア識別	V.3.000	

インターフェース及び接続機器

RS-232C（標準）	PC
S I/F（標準）	伝票プリンタ、操作ポスト
RS-422/485（オプション）	大型表示器
BCD出力（オプション）	外部表示器
リレー接点（オプション）	信号灯
4-20mAアナログ出力（オプション）	アナログメータ

試験結果

本型式は、JISB7611-2:2009　附属書Cに定められた非自動はかり用モジュールとしての指示計及びアナログデータ処理装置の試験（環境試験レベルH）の基準を満足するものである。

講演内容

- モジュール評価の概要
- 指示計の評価方法
- ロードセルの評価方法

質量計用ロードセル依頼試験の概要

【概要】

非自動はかりの構成要素であるロードセルの評価を行うものである。

【目的】

モジュール評価を利用した、非自動はかりの型式承認において、そのモジュールとしてのロードセルを依頼試験（OIML適合試験及び計量器の構成要素試験）で事前に評価する。

型式承認申請時にOIML証明書及び依頼試験報告書を添付することで、ロードセルに係る試験を省略する。

【試験対象】

OIML R60に対応する型式。アナログ及びデジタルロードセル。

最大容量：100 kg～1 t　（1 tマシンにて対応）

2.5 t ～ 20 t　（20 tマシンにて対応）

湿度記号：CH及びSH

形状：ビーム型、圧縮型、引張型及びユニバーサル。

精度等級：C6以下及びD

質量計用ロードセルの試験項目

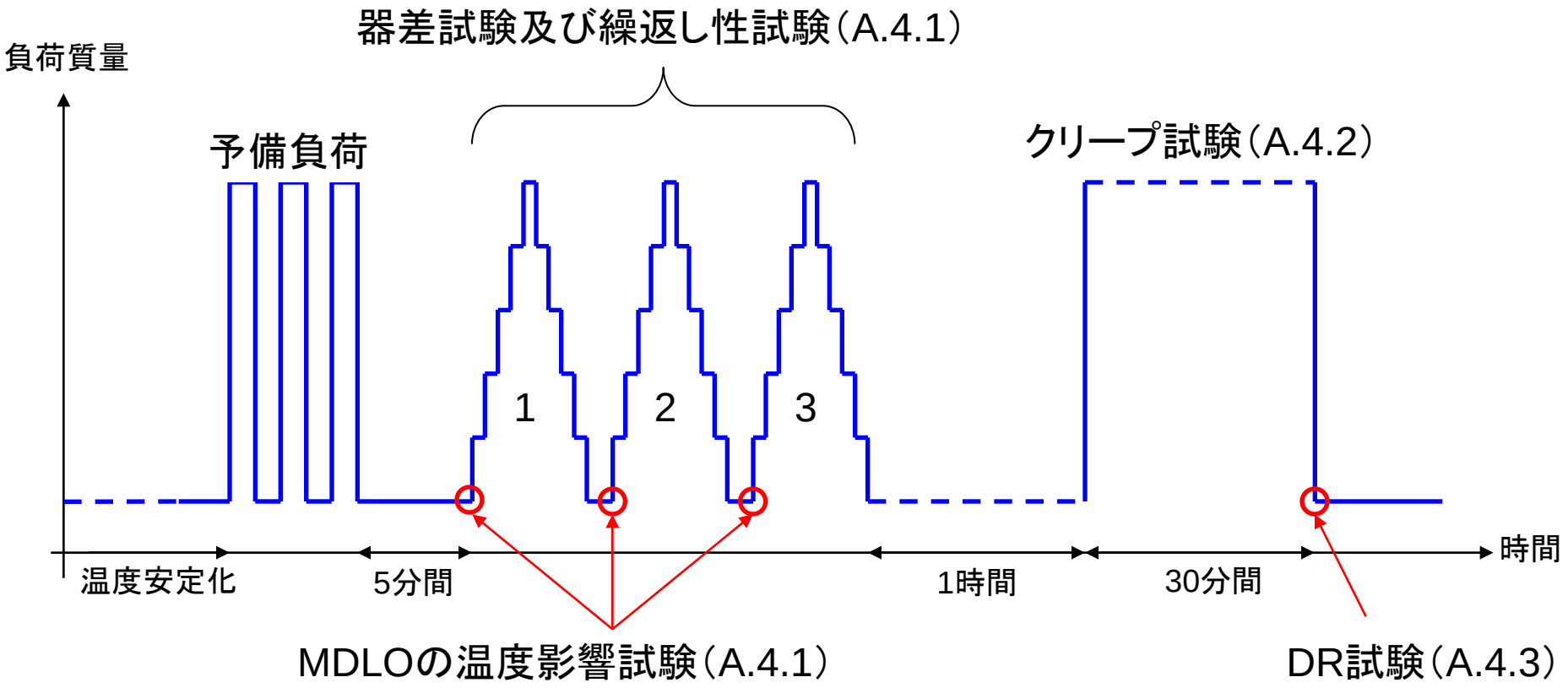
OIML R60：2000

A.4.1	器差及び繰り返し性試験
A.4.1	最小デッドロード出力（MDLO）に及ぼす温度の影響試験
A.4.2	クリープ試験
A.4.3	最小デッドロード出力戻り（DR）試験
A.4.4	気圧の影響試験
A.4.5	CHとマークされているか、あるいは何もマークされていないロードセルに対する湿度効果の測定
A.4.6	SHとマークされたロードセルに対する湿度効果の測定
A.4.7.2	ウォームアップ試験
A.4.7.3	電源電圧変動試験
A.4.7.4	AC主電源の電圧ディップ及び短時間停電試験
A.4.7.5	バースト試験
A.4.7.6	静電気放電試験
A.4.7.7	電磁波障害試験
A.4.7.8	スパン安定性試験

・アナログロードセルは黒字の項目のみ該当
・デジタルロードセルは**黒字**＋青字の全項目該当

試験方法の概要（1）

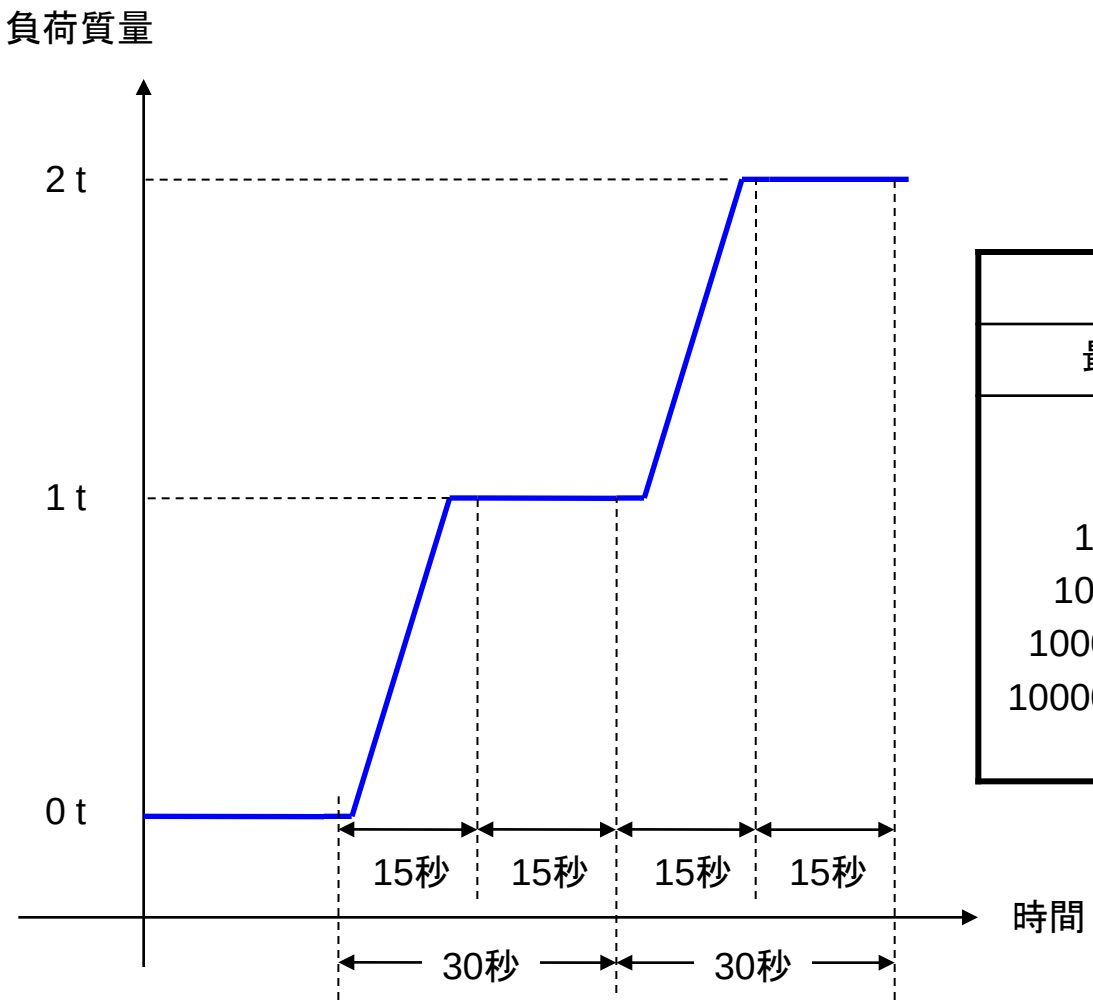
試験項目A.4.1～A.4.3を効率的に行う試験パターン



上記の試験パターンを、20℃ → 40℃ → -10℃ → 20℃ の各温度環境下で実施。
（上限温度）（下限温度）

試験方法の概要（2）

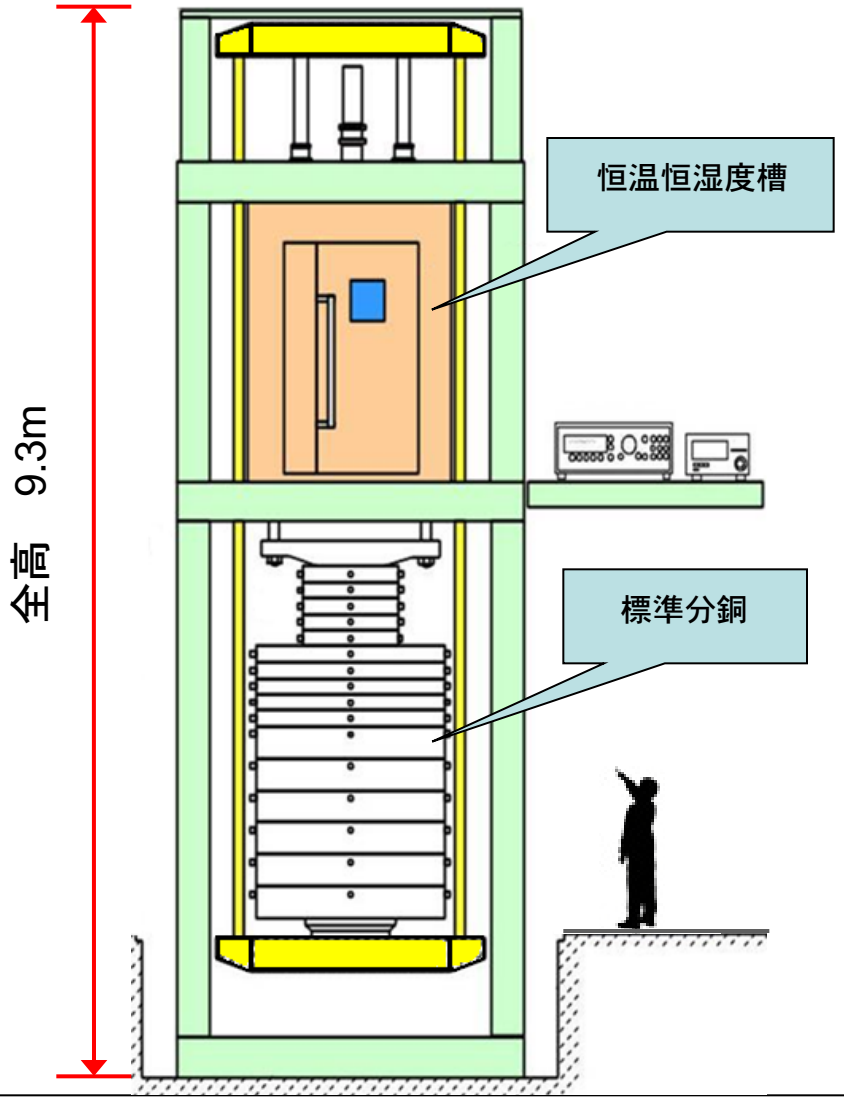
分銅の加除及び安定時間



荷重の変化		時間
最小値	最大値	
0 kg	10 kg	10秒
10 kg	100 kg	20秒
100 kg	1000 kg	30秒
1000 kg	10000 kg	40秒
10000 kg	100000 kg	50秒
100000 kg		60秒

OIML R60 Table.6による

ロードセル試験装置：20tマシン（1）



ロードセル試験装置：20tマシン（2）

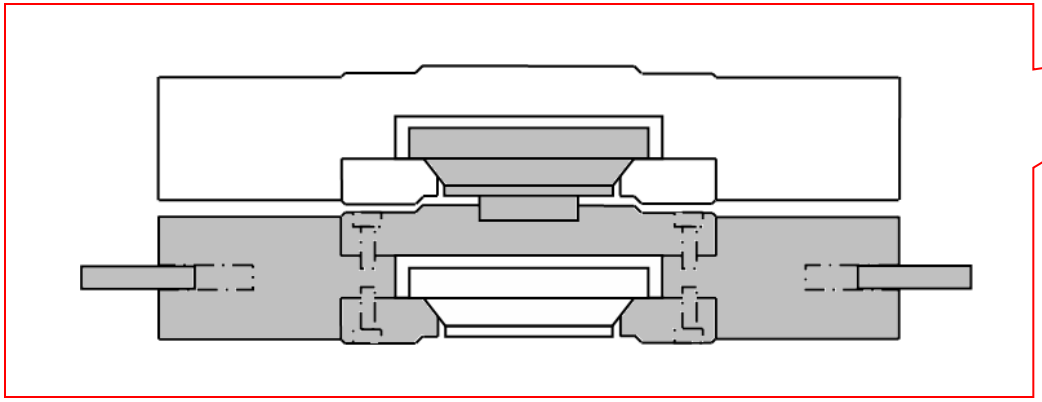
分銅スペック

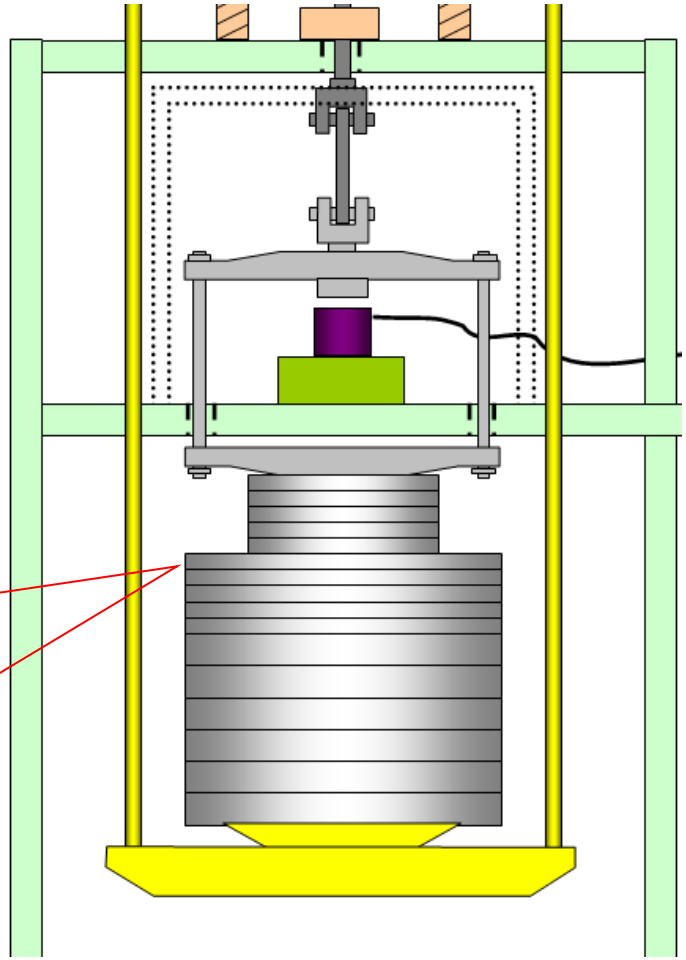
20 t連錘式
- 0.5 t ×6個（負荷枠を含む）
- 1 t ×5個
- 2 t ×6個

材質：非磁性ステンレス鋼（SUS304）

校正の精度：5 ppm以内

ストローク：20 t において350 mm（各分銅間は約20mm）



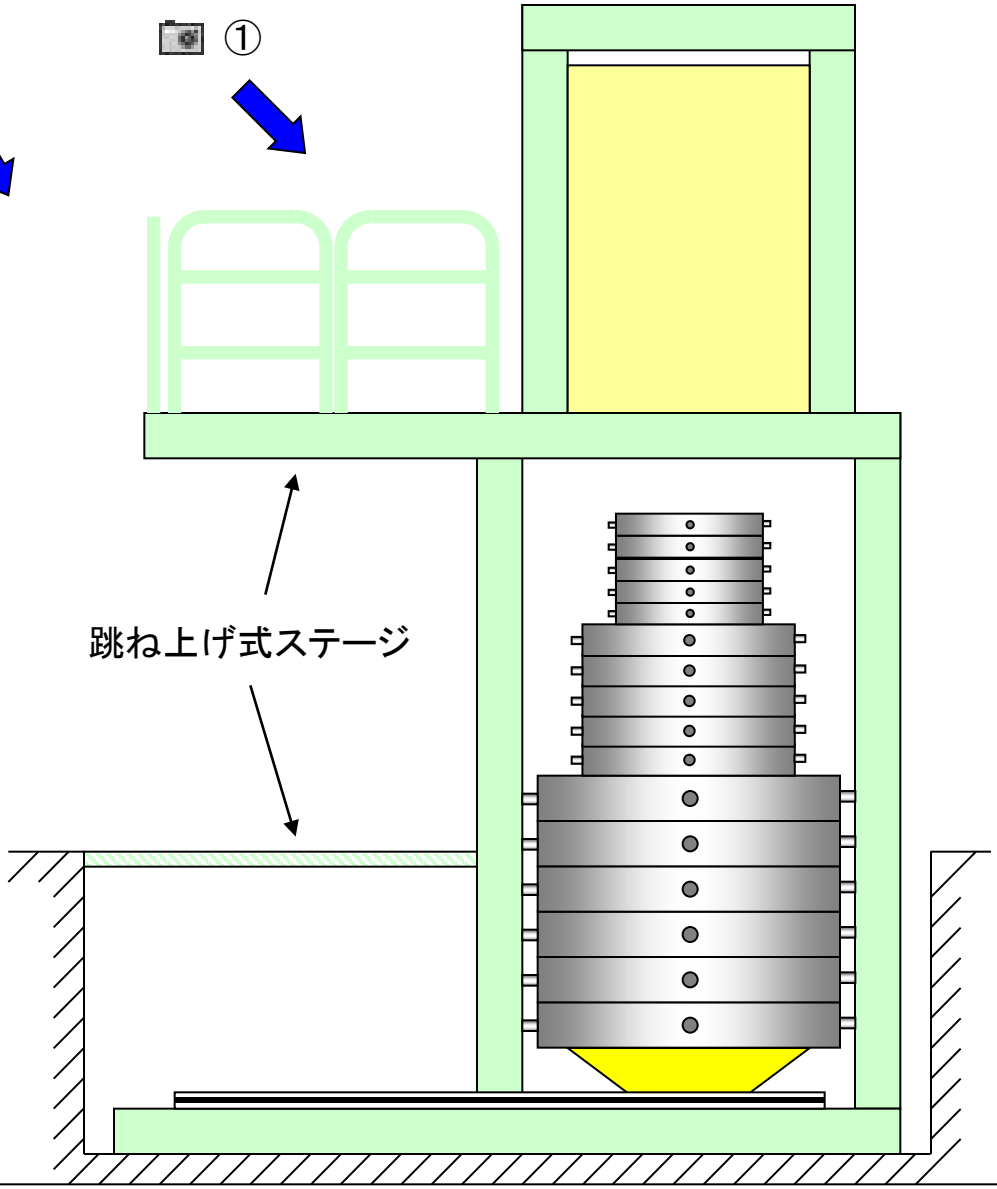


分銅受けレール及び跳ね上げ式ステージの設置により、20 t 分銅の定期的な校正作業が可能

ロードセル試験装置：20tマシン（3）

①

②



ロードセル試験装置：20tマシン（4）

恒温恒湿槽スペック

温度制御範囲：-15℃ ～ +50℃

湿度制御範囲 ：20 %RH ～ 90 %RH

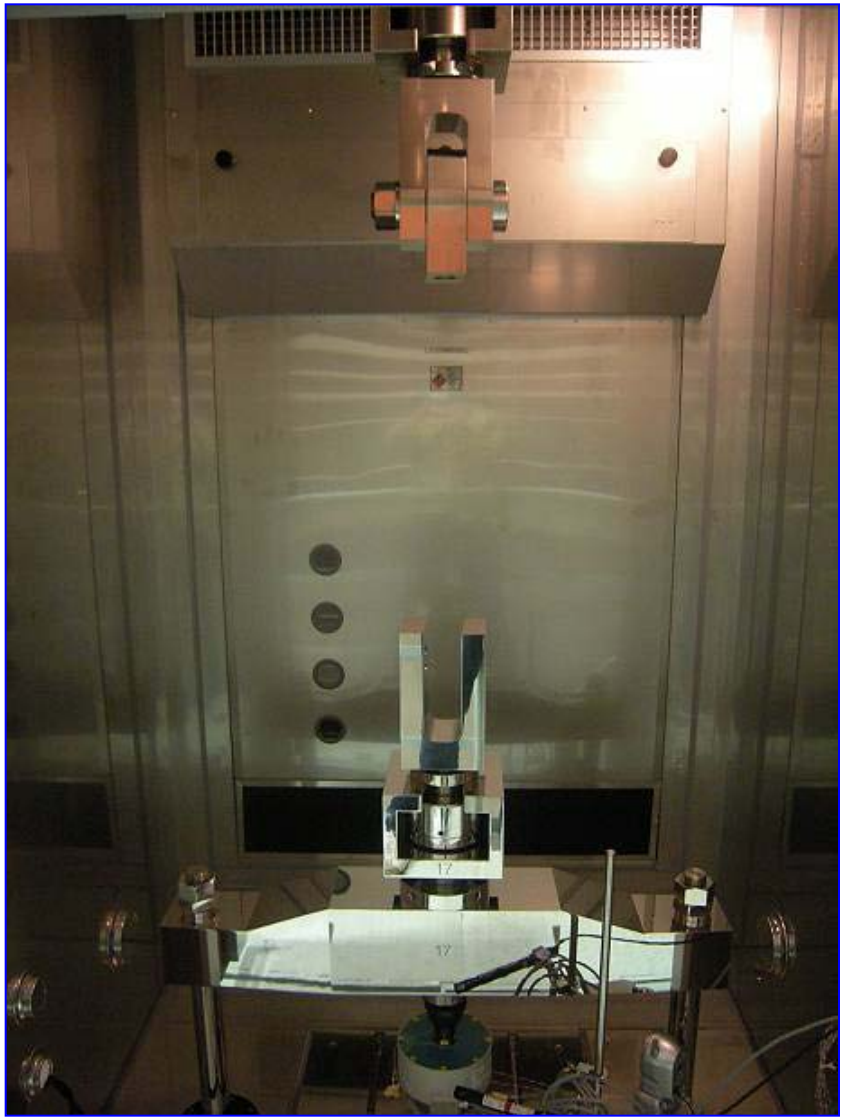
（at +10℃～40℃）

内寸法：W1380×H1850×D1150mm

取付可能な試験器物の高さ：

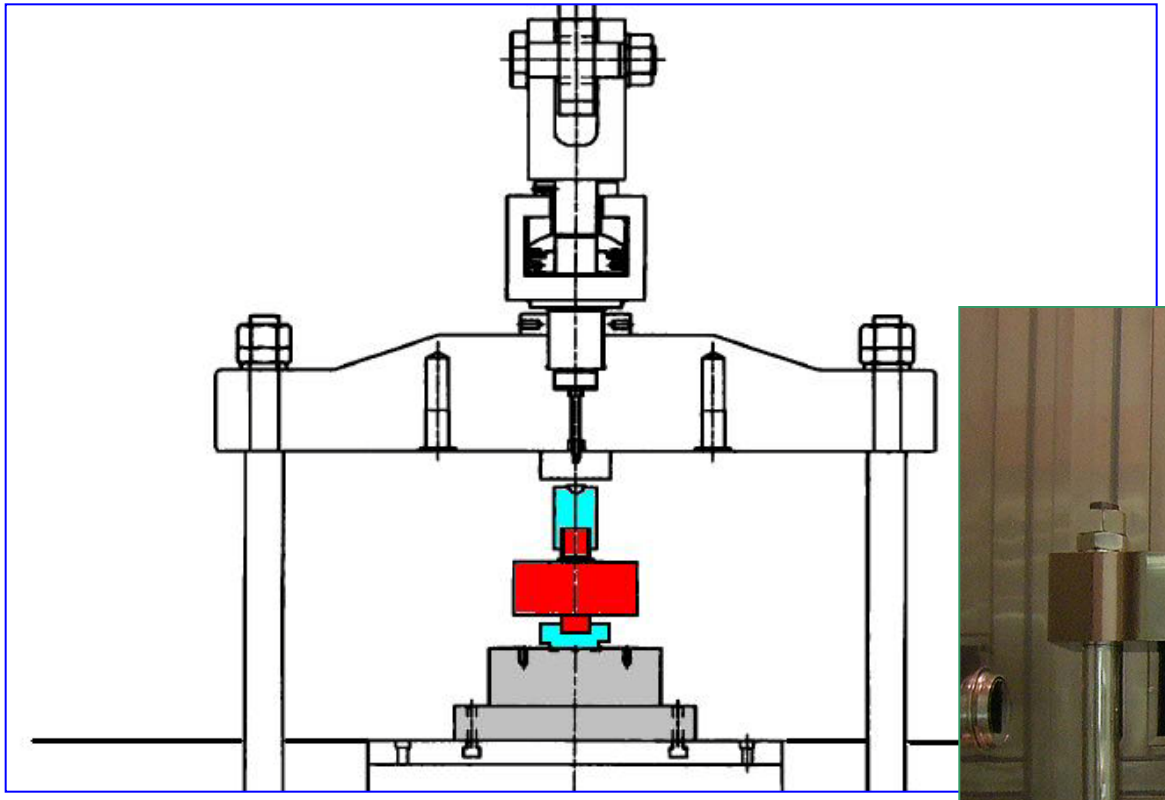
圧縮型・・・320 mm ～ 480 mm

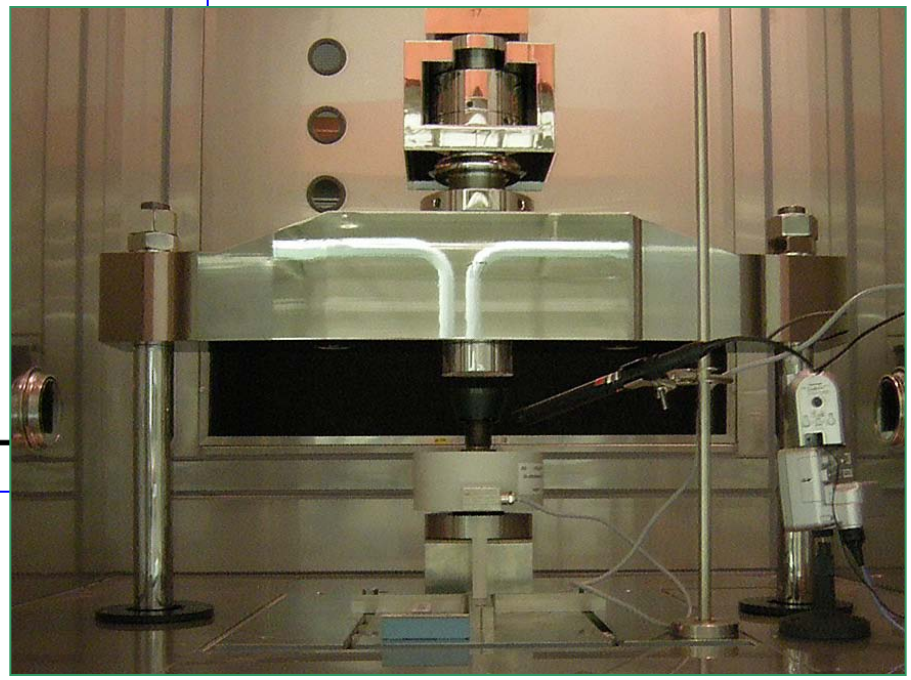
引張型・・・520 mm ～ 780 mm



ロードセル試験装置：20tマシン（5）

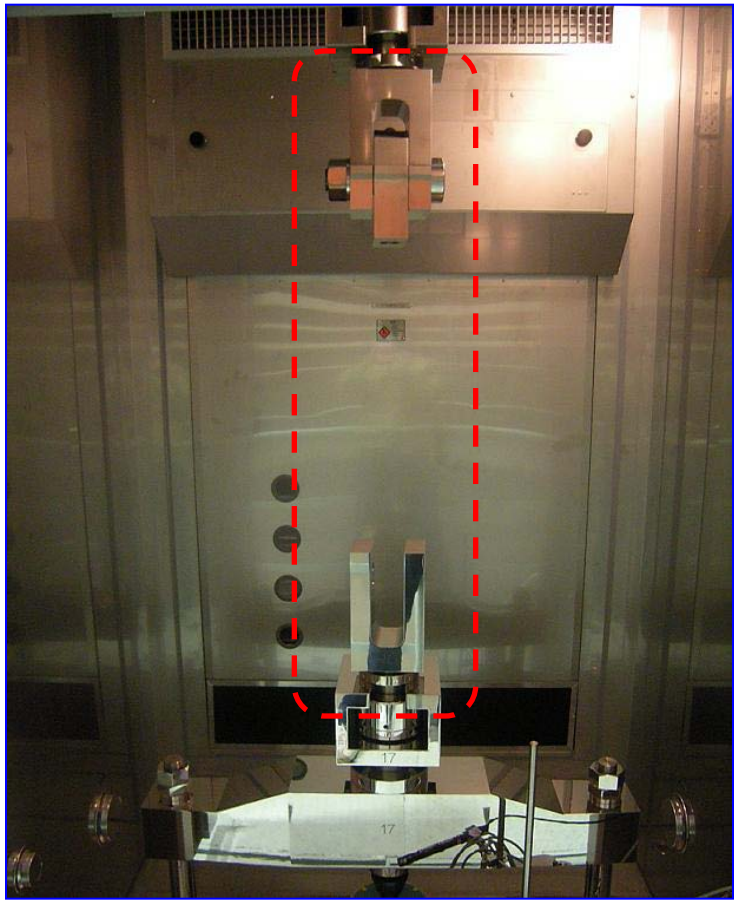
圧縮型ロードセル設置の例

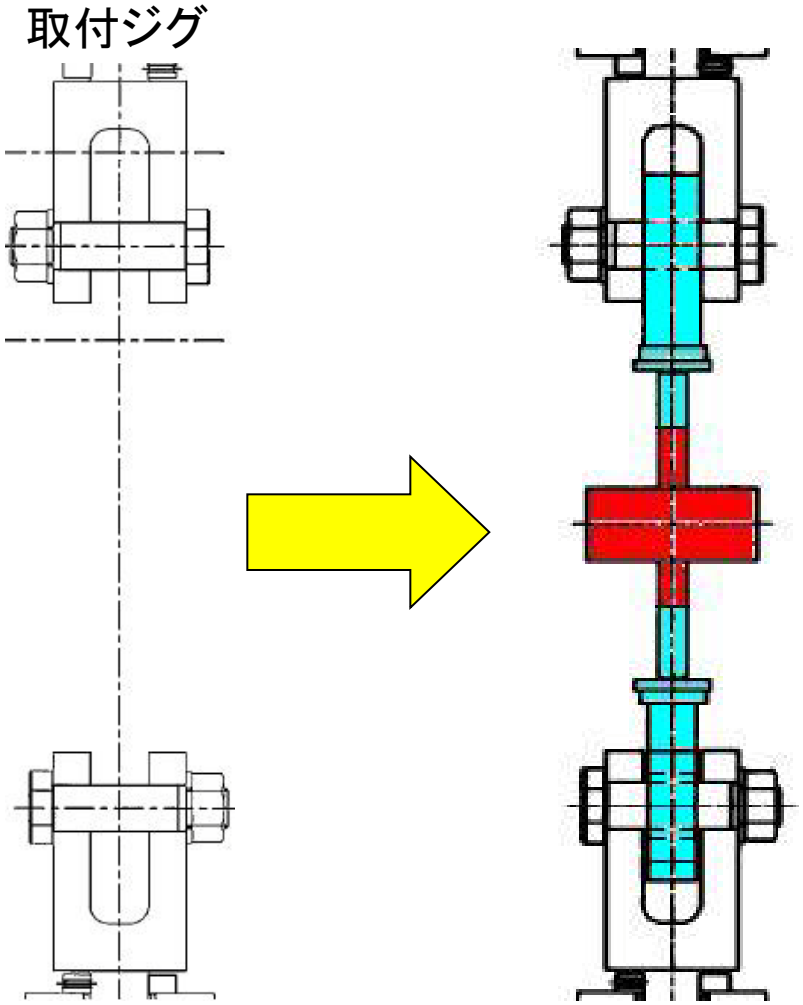




ロードセル試験装置：20tマシン（6）

引張型ロードセル設置の例

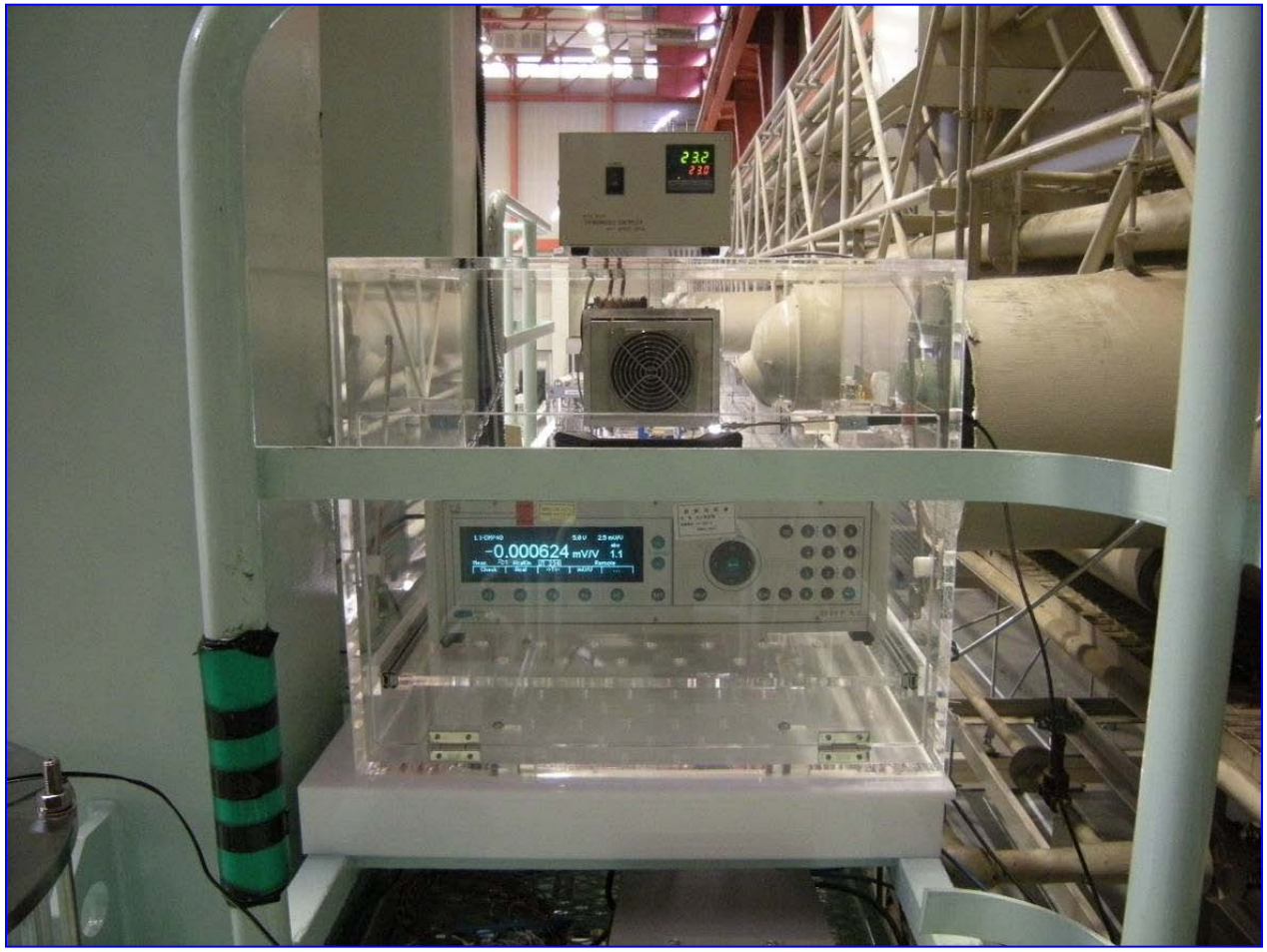




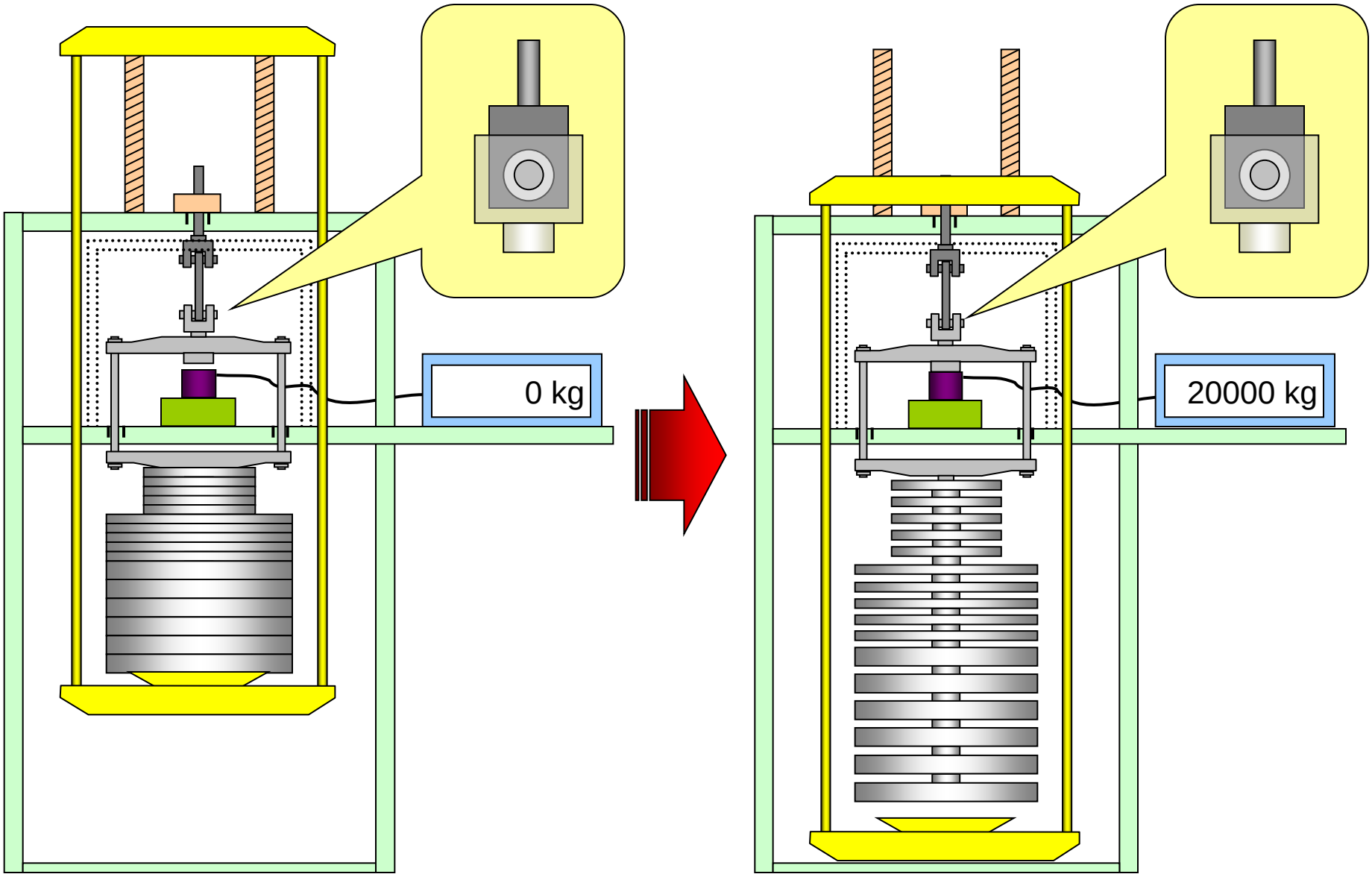
ロードセル試験装置：20tマシン（7）

出力測定器

温調ボックス内設置により、一定の環境温度で計測可能。



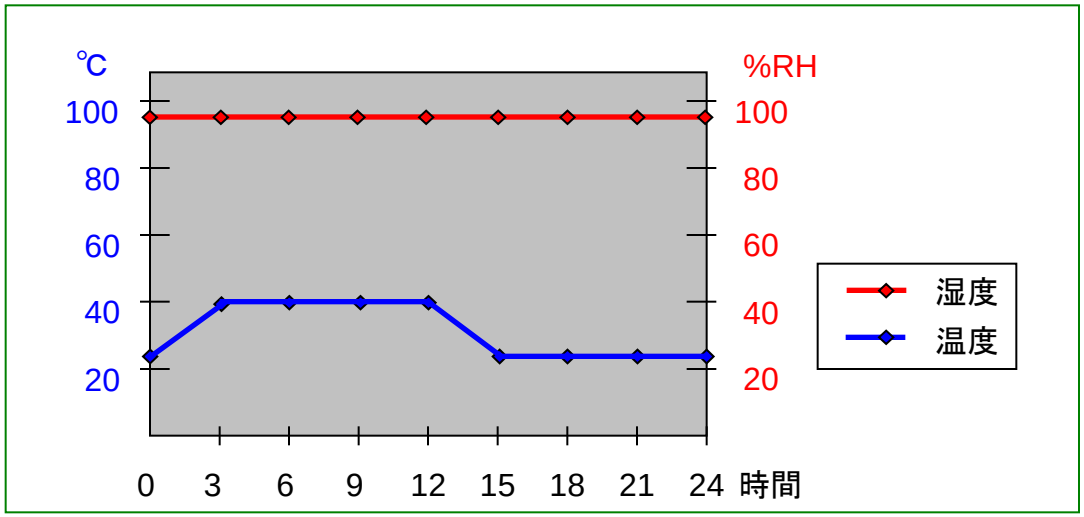
予備負荷・クリープ動作の例

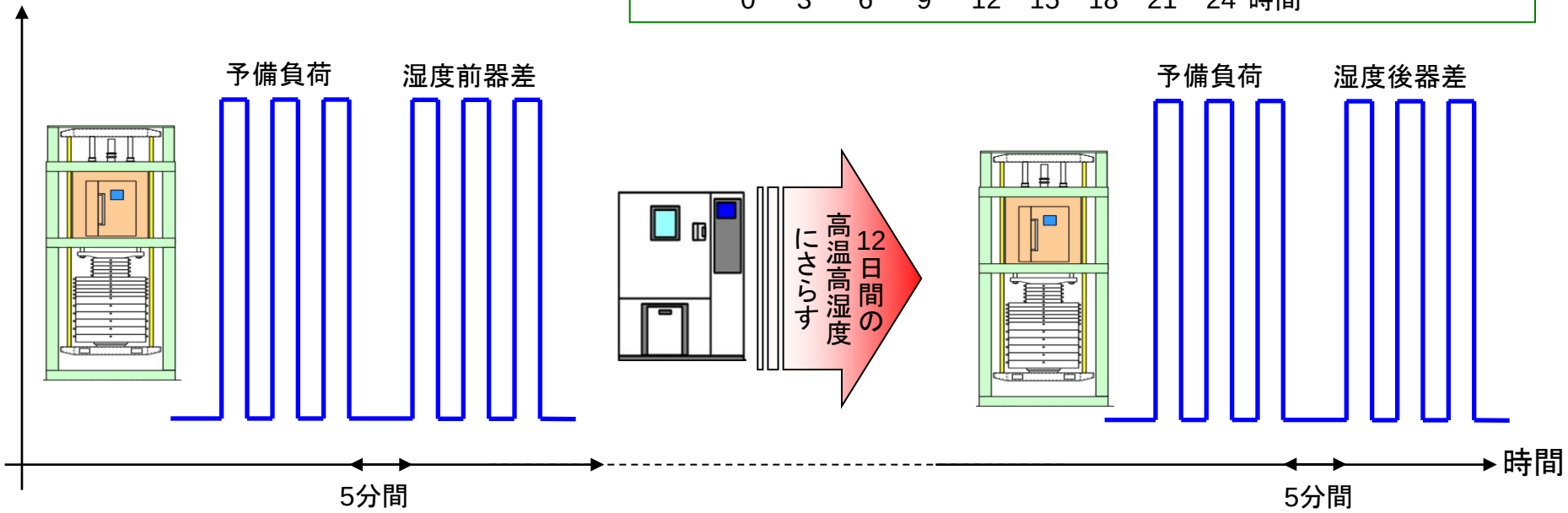


湿度試験の概要(1)

湿度記号CH又は無表記に対する試験

12＋12時間サイクル(結露あり)
ロードセルを電源から切り離した状態で
右図温度湿度サイクルを連続12サイクル



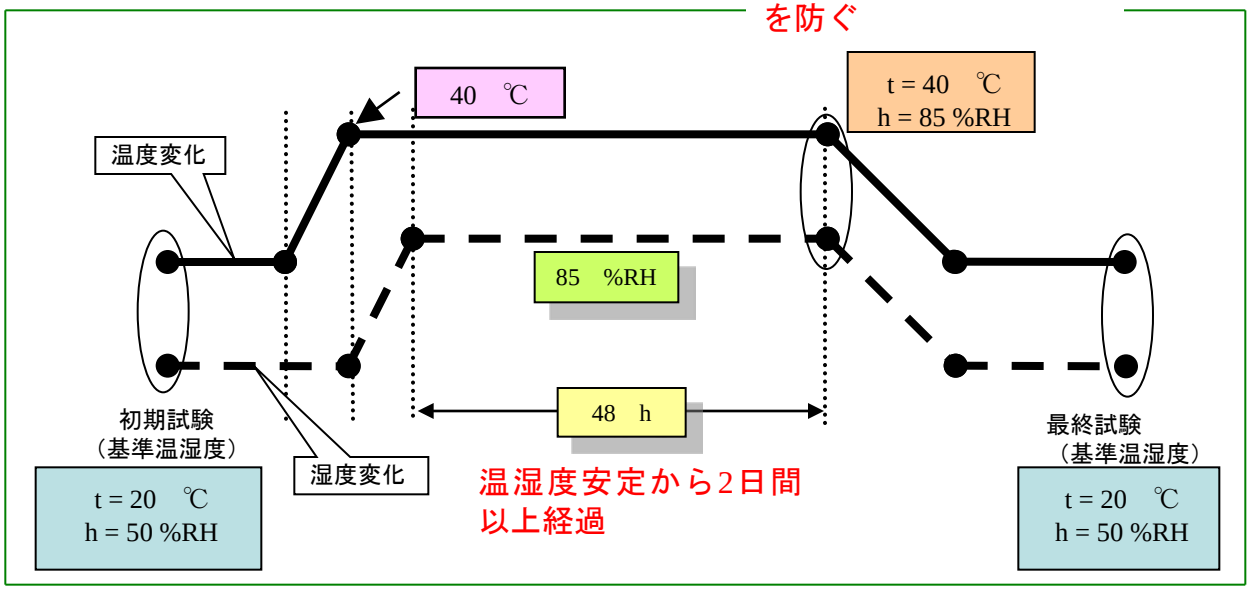


湿度試験の概要(2)

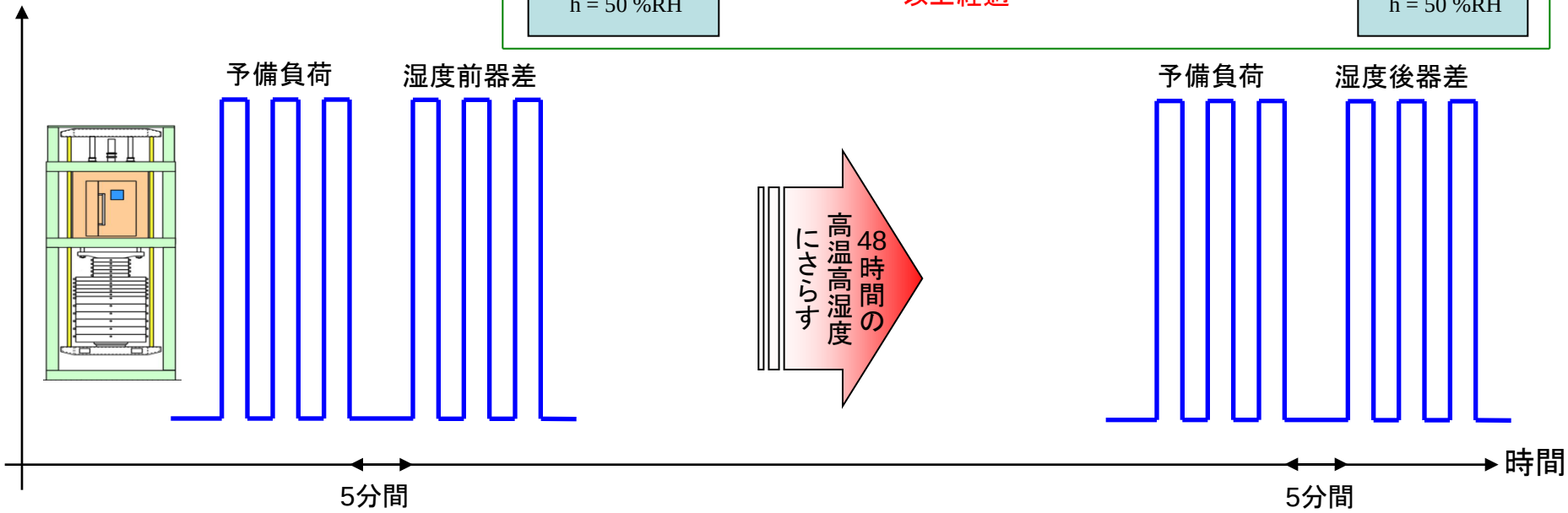
先に温度を上げて器物を加熱することで結露を防ぐ

湿度記号SHに対する試験

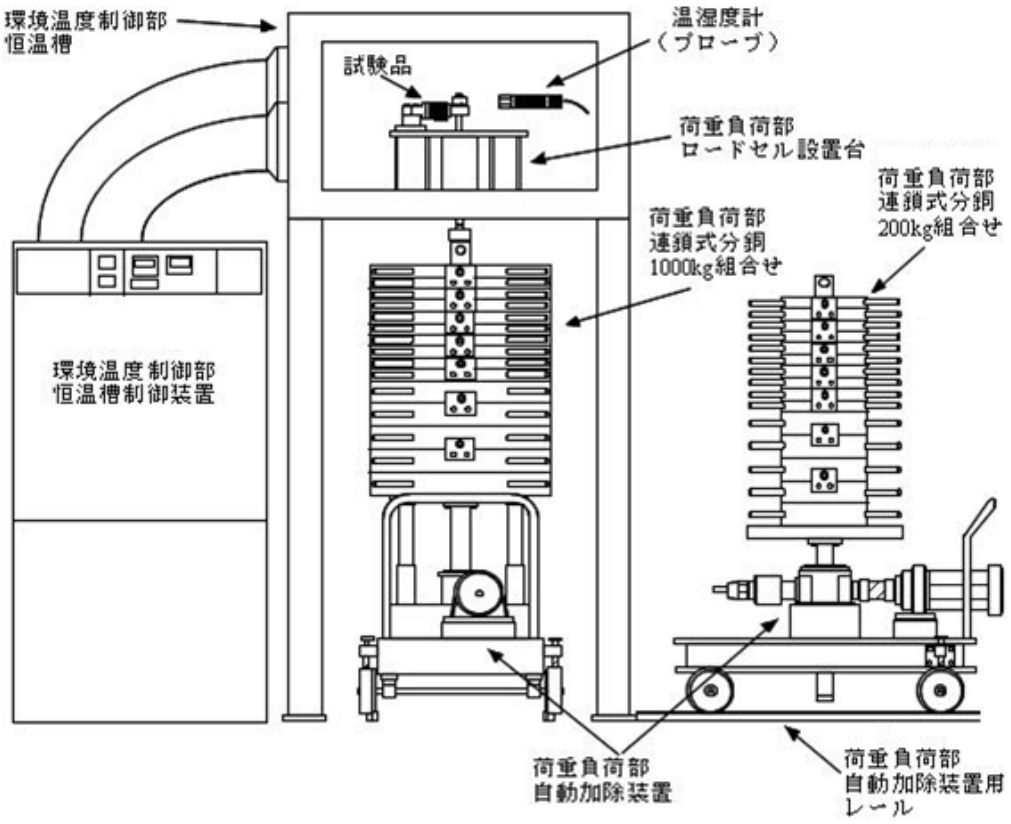
高温高湿(定常)
ロードセルに通電している状態で、
温度40℃湿度85%RHを48時間



負荷質量



ロードセル試験装置：1tマシン（1）



ロードセル試験装置：1tマシン（2）

特徴

合計 1t、200kgの分銅による実荷重式

OIML R60に基づく試験が実施可能

分銅（1000kg群）

分銅スペック

構成：10 kg×10枚、20 kg×5枚　→合計200 kg

50 kg×10枚、100 kg×5枚　→合計1 t

材質：非磁性ステンレス鋼（SUS304）

校正の精度：5 ppm以内

恒温恒湿槽スペック

温度制御範囲：-30℃ ～ +100℃

湿度制御範囲：30 %RH ～ 95 %RH

恒温恒湿槽

CH用恒温恒湿槽

温度制御範囲：-40℃ ～ +150℃

湿度制御範囲：30 %RH ～95 %RH

内寸法：W400×H400×D400 mm

OIML R60 CERTIFICATEの例

Member State of OIML
Japan

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
AIST

OIML Certificate No
R60/2000-JP1-**-**

OIML CERTIFICATE OF CONFORMITY

Issuing authority
Name: National Metrology Institute of Japan / National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (NMIJ / AIST)
Address: AIST Tsukuba Central 3-9, Tsukuba Ibaraki 305-8563, Japan
Person responsible: Dr. Tamotsu Nomakuchi, President of AIST

Applicant
Name: (社名)
Address: (住所)

Manufacturer of the certified pattern
Name: (社名)
Address: (住所)

Identification of the certified pattern:
Load cells
Type: ***-10t,***-20t,***-30t
Fraction: Pi=0.7
Temperature range -10 ℃ / 40 ℃

Member State of OIML
Japan

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
AIST

OIML Certificate No
R60/2000-JP1-**-**

Characteristics:

Model designation			***-10t	***-20t	***-30t
Accuracy class	Class	-	C		
Maximum number of load cell verification intervals	n_{max}	-	6000		
Humidity symbol			CH		
Minimum dead load	E_{min}	t	0		
Maximum capacity	E_{max}	t	10	20	30
Safe load limit	E_{lim}	t	15	30	45
Minimum verification interval	v_{min}	t	0.001	0.002	0.003
Apportionment factor	p_{LC}		0.7		
Ratio of minimum LC Verification interval $Y=Emax / vmin$	Y	-	10000		
Ratio of minimum dead load output return $Z=Emax/(2*DR)$	Z	-	5000		
Rated output		mV/V	2.00		
Maximum excitation voltage		V AC/DC	15		
Input impedance	R_{LC}	Ω	380		
Cable length (maximum)		m	3		
Cable details			4 conductor shielded *** : Excitation + *** : Excitation - *** : Signal + *** : Signal - *** : Shield		

This certificate attests the conformity of the above-mentioned pattern (represented by the samples identified in the associated test report(s) with the requirements of the following Recommendation of the International Organization of Legal Metrology - OIML):
R60, edition 2000 (E)
For accuracy class C

This certificate relates only to the metrological and technical characteristics of the pattern of the instrument concerned, as covered by the relevant OIML International Recommendation.
This certificate does not bestow any form of legal international approval.
The conformity was established by tests described in the associated test report no. **-**/R60:2000, that includes 19 pages.

試験に関して参考となる規格等

- OIML R76
- OIML R60
- JIS B7611-2　非自動はかり－第2部：取引又は証明用
- JIS B7612-1　質量計用ロードセル－第1部：アナログロードセル
- JIS B7612-2　質量計用ロードセル－第2部：デジタルロードセル

- 申請手続き関係

計量標準総合センター（NMIJ）のホームページ

http://www.nmij.jp/

手続き関係資料・申請書等

http://www.nmij.jp/service/P/calibration/